

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

618 U.S. PTO  
10/007127  
12/03/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年12月 4日  
December 4, 2001

出願番号  
Application Number:

特願2000-368508  
Pat. Appln. No. 2000-368508

出願人  
Applicant(s):

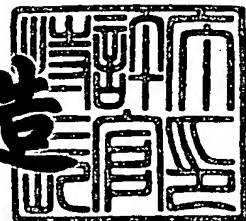
シャープ株式会社  
大見 忠弘  
Sharp Kabushiki Kaisha  
Tadahiro OHMI

2001年11月 2日  
November 2, 2001

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造

Kozo Oikawa



出証番号 出証特2001-3097295

Shutsu-sho No. Shutsu-sho-toku 2001-3097295

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc618 U.S. PTO  
10/007127  
12/03/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-368508

出 願 人

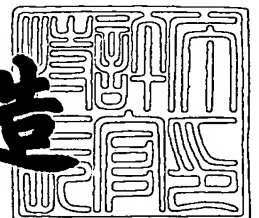
Applicant(s):

シャープ株式会社  
大見 忠弘

2001年11月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3097295

【書類名】 特許願

【整理番号】 1001705

【提出日】 平成12年12月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 16/00  
H01L 21/205

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

    【氏名】 山本 直子

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

    【氏名】 山本 達志

【発明者】

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05 東北大学大学院工学研究科内

    【氏名】 平山 昌樹

【発明者】

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

    【氏名】 大見 忠弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000205041

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

    【氏名又は名称】 大見 忠弘

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマプロセス装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマを用いた処理を行なう処理室と、  
前記処理室にマイクロ波を導くマイクロ波伝送手段と、  
前記マイクロ波伝送手段により伝送されたマイクロ波を前記処理室内に放射するための誘電体と、  
前記誘電体の前記処理室に面する側の面に配置され、かつ前記誘電体から放射されたマイクロ波を通すための開口部を有する導電体のスロットアンテナ板とを備えた、プラズマプロセス装置。

【請求項 2】 前記スロットアンテナ板の前記開口部は、前記マイクロ波伝送手段および前記誘電体から構成される共振器に立つマイクロ波の定在波の腹の部分の直下に位置している、請求項 1 に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 3】 前記スロットアンテナ板は、接地電位または正の電位に調整されていることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 4】 前記スロットアンテナ板に、プロセスガスの流路を設けたことを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のプラズマプロセス装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマプロセス装置に関し、より詳しくは、たとえば半導体、液晶表示素子、太陽電池などの製造プロセスなどに使用されるエッチング装置、成膜装置、アッシング装置などのプラズマプロセス装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、半導体や LCD (liquid crystal display) などの製造に用いられる基板の大型化により、大面積の基板を処理するプラズマプロセス装置が開発されている。特に LCD の製造装置においては基板サイズが 1 m 角以上の基板を対象に

した装置の開発がなされており、これらの装置においては、プラズマの均一化が課題となっている。それとともに、装置のスループットを向上させるための成膜、エッチング、アッシングなどのプラズマプロセス速度の向上も開発要素となっている。また、ドライエッチング装置においてはパターンの微細化や多層膜化によりエッチング時の断面形状の制御も課題となっている。

## 【 0 0 0 3 】

プラズマの均一化を目的としたマイクロ波プラズマプロセス装置は、たとえば実開平 4 - 1 1 7 4 3 7 号公報に記載されている。これはマイクロ波誘電体線路の下の空気層と第 2 の誘電体との間にスリット孔を有する金属板を設けてマイクロ波の強度分布を調節し、プラズマ生成室のプラズマ密度を均一にするものである。

## 【 0 0 0 4 】

しかしながら、この構成では変形を考慮して厚い板を用いていたが、板厚が厚い場合はマイクロ波導延室の中央部の端で異常放電が起こる。また、板厚が薄い場合は金属と誘電体との熱膨張係数が大きいことから金属と誘電体を接触させることができなかつたり、異常放電が生じる。これらのことは、特開 2 0 0 0 - 9 1 0 9 7 号公報で指摘されており、この公報にはその改良の発明が記載されている。

## 【 0 0 0 5 】

特開 2 0 0 0 - 9 1 0 9 7 号公報に記載された発明では、図 9 に示す構成が採用され、かつ A 1 (アルミニウム) からなるマイクロ波分散板 6 5 の厚さが 0.2 mm から 2 mm とされている。つまり、図 9 を参照して、マイクロ波はマイクロ波発振器 6 1 から、導波管 6 2、誘電体線路 6 3、空気層、第 1 の誘電体 6 4、マイクロ波分散板 6 5、第 2 の誘電体 6 6 および第 3 の誘電体 6 7 を通って処理室 6 8 にエネルギーを供給する構成が採用されており、この構成とすることによりアッシング部が均一にされている。

## 【 0 0 0 6 】

また、プラズマのイオン照射量を制御し、プロセス速度の制御やエッチングにおける被エッチング膜の断面形状の制御をするために、被処理物に直流、交流あ

るいはパルス状のバイアス電圧を印加する技術が知られている。この被処理物へのバイアス電圧印加方法としては、たとえば特開 2 0 0 0 - 6 8 2 2 7 号公報に開示された方法がある。この方法は、被処理物の処理面に間隔をあけて対向し、かつ接地電位または正電位に固定された多孔電極を設けておき、被処理物にパルス状または直流のバイアス電圧を印加する技術である。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平 4 - 1 1 7 4 3 7 号公報および特開 2 0 0 0 - 9 1 0 9 7 号公報に関しては、マイクロ波を均一にするために分散板を用いる技術が示されているが、その設計方法が開示されていない。また、高周波のバイアス電圧を試料台に印加することが記載されているが、図 9 に示すように基板 7 1 に対向する面をなす第 3 の誘電体 6 7 がセラミックスからできており、その第 3 の誘電体 6 7 の電位を調整することができない。このため、基板 7 1 にバイアス電圧を効率的に印加することができず、被処理物に対するイオン照射エネルギーの調整範囲が拡大できないという課題がある。

【0 0 0 8】

また、特開 2 0 0 0 - 6 8 2 2 7 号公報では、実施例に記載されている技術が I C P (inductively coupled plasma) 装置に関するもので、プラズマ源として周波数が M H z オーダの R F (radio frequency) 電源が用いられており、マイクロ波電源によりプラズマを発生させることは記載されていない。このため、1 辺が数百 m m ~ 1 0 0 0 m m 程度の真空装置の長さよりもマイクロ波の波長が短い ( $f = 2.45 \text{ GHz}$  の場合、真空中の自由空間波長が 1 2 2 m m) ことにより生じる問題点も記載されていない。つまり、プラズマを励起する場合に生じる問題点であるマイクロ波の定在波分布を考慮した設計がなされていない。

【0 0 0 9】

マイクロ波励起のプラズマプロセス装置においては、マイクロ波の立体回路を共振器として考える必要があるが、真空チャンバへのマイクロ波導入部分が前記共振器の一部をなしている。このため、プラズマ放電の開始、維持および均整に関してはマイクロ波の導入部分についてはマイクロ波の伝搬特性を考慮した設計

が必要であるが、上記公報などにはそのような設計の指針が示されていない。

【0010】

それゆえ、本発明の目的は、マイクロ波によるプラズマ励起において、被処理物に対するイオン照射エネルギーの調整が容易で、かつ被処理物に対するプラズマ処理が面内にわたって均一なプラズマプロセス装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明のプラズマプロセス装置は、プラズマを用いた処理を行なう処理室と、処理室にマイクロ波を導くマイクロ波伝送手段と、マイクロ波伝送手段により伝送されたマイクロ波を処理室内に放射するための誘電体と、誘電体の処理室に面する側の面に配置されかつ誘電体から放射されたマイクロ波を通すための開口部を有する導電体のスロットアンテナ板とを備えることを特徴とする。

【0012】

本発明のプラズマプロセス装置によれば、誘電体の処理室側に配置されるスロットアンテナ板は導電体よりなるため、スロットアンテナ板の電位の調整が容易である。このため、スロットアンテナ板の電位を調整することにより、プラズマ中のイオンなどの処理基板に対する方向性を制御することができる（バイアス効果）。たとえば、スロットアンテナ板の接地電位を、処理基板にバイアス電圧をそれぞれ印加することにより、プラズマ中のイオンなどを基板表面全面に対して略垂直に入射させることが可能となり、被処理物に対してプラズマ処理を面内にわたって均一に行なうことができる。

【0013】

また、スロットアンテナ板を誘電体に接触させた場合、スロットアンテナ板と誘電体との間に空気層がある場合よりもマイクロ波の空間波長を短くすることができる。これにより、スロットアンテナ板の開口部の間隔を短くすることができ、多数の開口部を形成することが可能となる。このため、開口部を通じて処理室内に放射されたマイクロ波の分布が均一となり、処理室内のプラズマ分布を均一にすることが可能となる。

【0014】



また、開口部を複数個設けて、その各開口部の位置をマイクロ波の定在波に対して適切な位置、寸法などに設定することにより、マイクロ波を処理室内に効率的かつ均一に放射することができる。

【0015】

上記のプラズマプロセス装置において好ましくは、スロットアンテナ板の開口部は、マイクロ波伝送手段および誘電体から構成される共振器に立つマイクロ波の定在波の腹の部分の直下に位置している。

【0016】

このように定在波の腹の部分直下の磁界が大きくなる部分に開口部を設けることにより、開口部のまわりに電流が誘導され、この電流により開口部から磁界が誘起される。すなわち、定在波の腹の部分直下に開口部を設けることによりマイクロ波が処理室内に効率的に放射されることになる。

【0017】

上記のプラズマプロセス装置において好ましくは、スロットアンテナ板は、接地電位または正の電位に調整されている。

【0018】

スロットアンテナ板の電位を調整することにより、プラズマ中のイオンなどの処理基板に対する方向性を制御することが可能となる。

【0019】

上記のプラズマプロセス装置において好ましくは、スロットアンテナ板に、プロセスガスの流路が設けられている。

【0020】

これにより、プロセスガス流を制御することが容易となり、被処理物のプラズマ処理を均一に行なうことが容易となる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

【0022】

(実施の形態1)

図 1 は本発明の実施の形態 1 におけるプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図であり、図 2 は図 1 の I I - I I 線に沿う概略断面図である。また、図 3 は、図 1 の矢印 I I I 方向から見た第 2 の誘電体とスロットアンテナ板と支持部材との配置状態を示す図である。

【 0 0 2 3 】

なお、図 1 および図 2 の断面図は、図 3 の I - I 線および I I - I I 線に沿う断面に対応している。

【 0 0 2 4 】

図 1 ～図 3 を参照して、本実施の形態のプラズマプロセス装置は、チャンバ蓋 1、プロセスチャンバ本体 2、導波管 3、導入導波管 3 a、第 1 の誘電体 4、第 2 の誘電体 5、支持部材 6、スロットアンテナ板 7、および基板ホルダ 8 を主に有している。

【 0 0 2 5 】

チャンバ蓋 1 はプロセスチャンバ本体 2 の対向部分に配置されており、チャンバ蓋 1 とプロセスチャンバ 2 との間はガスケット 1 0 によりシールされている。このチャンバ蓋 1 にはスリット状の開口部 1 a が形成されている。その開口部 1 a には  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$  などの誘電体からなり、かつ逆凸状の断面を有する第 1 の誘電体 4 が挿入されている。チャンバ蓋 1 と第 1 の誘電体 4 との間はガスケット 1 1 によりシールされており、ガスケット 1 1 はガスケット 1 0 とともにチャンバ内部 1 3 を気密に保持している。チャンバ内部 1 3 は図示しないターボ分子ポンプなどの真空ポンプにより排気され、 $10^{-4}\text{Pa}$  から  $10^{-3}\text{Pa}$  程度の真空状態に保持される。

【 0 0 2 6 】

第 1 の誘電体 4 の大気側には導入導波管 3 a が配置され、チャンバ蓋 1 にボルトで締結されている。導入導波管 3 a は、その上面中央部で導波管 3 と締結されている。マグネトロンから発振された周波数 2. 4 5 G H z のマイクロ波は図示しないアイソレータ、自動整合器などと直導波管、コーナ導波管、テーパ管、分岐導波管などのマイクロ波立体回路などを通して導波管 3 に導かれた後、開口部 3 b から第 1 の誘電体 4 側へ放射される。

## 【0027】

導入導波管 3 a には保温流路 3 c が設けられており、導入導波管 3 a とその周辺部とが所定の温度に保たれるように保温流路 3 c には保温媒質が流されている。また、図示していないが、チャンバ蓋 1 やプロセスチャンバ本体 2 も、ヒータや保温流路を有しており、これによりチャンバ温度を均一に保つためにヒータが加熱したり、保温流路に保温媒質を流すなどの温度調節機能を有している。

## 【0028】

チャンバ蓋 1 の真空側には  $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $AlN$  などの誘電体からなる複数（たとえば 4 枚）の第 2 の誘電体 5 が第 1 の誘電体 4 に接するように設置されている。この第 2 の誘電体 5 の下部には導電体からなるスロットアンテナ板 7 が、第 2 の誘電体 5 と接するように固定されている。

## 【0029】

第 2 の誘電体 5 とスロットアンテナ板 7 の外周部には、第 2 の誘電体 5 およびスロットアンテナ板 7 をチャンバ蓋 1 に支持するための導電体からなる支持部材 6 が図 3 に示すようにねじなどで固定されている。また、スロットアンテナ板 7 には図 3 のような矩形のスロット 7 a が設けられており、スロットアンテナ板 7 の厚さはたとえば 1 ~ 20 mm である。この矩形のスロット 7 a は、後述するようにスロットアンテナの役目を果たすように設計された位置に設けられている。

## 【0030】

このスロットアンテナ板 7 の材質は、たとえば  $Al$ 、 $SUS$  などが用いられる。また、このスロットアンテナ板 7 をより確実に第 2 の誘電体 5 に密着させる場合は、スロットアンテナ板 7 と支持部材 6 との間にばね材を挿入するなどの構成が採られる。

## 【0031】

チャンバ内部 1 3 には基板 9 を保持する基板ホルダ 8 が、スロットアンテナ板 7 と対向する位置に設置されている。

## 【0032】

チャンバ蓋 1 には外部からチャンバ内部 1 3 へ反応ガスを供給するためのガス供給管 1 2 が接続されている。このガス供給管 1 2 から供給された反応ガスをチ

ャンバ内部13へ導くために支持部材6にはガス流路6a、6bが設けられている。

#### 【0033】

また、チャンバ蓋1およびプロセスチャンバ本体2は導電体からなっており、接地されている。また、支持部材6およびスロットアンテナ板7も導電体からなっており、接地あるいは正の電位（図4）を印加されている。そして、基板ホルダ8には、基板バイアスを印加するために高周波のバイアス電圧（周波数＝6MHz、出力＝1kW程度）が印加される構成を有している。また、基板ホルダ8には、基板9を吸着するための静電チャック機構、および基板9をHe（ヘリウム）ガスなどで冷却するための機構が設けられている。バイアス電圧に関しては、上記の他に周波数の異なるものでもよく、直流の電圧またはパルス状の電圧でもプロセスの目的に応じて選択することが可能である。

#### 【0034】

なお、支持部材6とスロットアンテナ板7とに正の電位を印加する場合には、図4に示すようにチャンバ蓋1と支持部材6とは、その間に絶縁体15を挟むことにより絶縁する必要がある。図4は、図1の断面に対応した断面を示している。

#### 【0035】

次に、スロットアンテナ板7のスロット7aの位置の設計について説明する。

スロットアンテナ板7のスロット7aの位置の設計は、コンピュータシミュレーション技術を用いて行なわれる。まずマイクロ波導入口から導波管3、導入導波管3a、第1の誘電体4、第2の誘電体5までのモデル形状が作成される。そして、このモデルの境界面での境界条件を完全導体として電磁波解析が行なわれる。この場合、マイクロ波発振器からスロットアンテナまでの空気と誘電体とから構成される空間部分は共振器となるので、マイクロ波の定在波が生じる結果が得られる。この結果から第1および第2の誘電体4、5におけるマイクロ波の定在波の腹の直下にスロット7aが設計される。

#### 【0036】

ここでマイクロ波の定在波の腹とは、定在波の電界振幅が極大になる部分のこ

とである。実際には、図5に示すように第1および第2の誘電体4、5中における定在波の電界強度は、点線21の等高線図で示すようになり、その略円形（または楕円形）の等高線21の中心ほど電界強度が高くなる。このため、略円形（または楕円形）の等高線21の中央部分の直下にスロット7aが設けられる。

## 【0037】

定在波の腹の部分直下は磁界が大きくなる部分であるため、その位置にスロット7aを設けることにより、スロット7aのまわりに電流が誘導される。この電流によりスロット7aから磁界が誘起される。すなわち、定在波の腹の部分直下にスロット7aを設けることにより、マイクロ波が効率的にチャンバ内部13に放射されることになる。

## 【0038】

スロット7aの形状はたとえば長方形で、その長方形の長辺の長さが誘電体内の空間波長の半分（たとえば、比誘電率=10の誘電体を用い、周波数2.45GHzの場合、20mm程度）で、短辺方向は長辺長さの半分以下の長さとなるように設計される。通常、スロットアンテナを用いる場合、矩形状のスロットの長辺の長さが $2/\lambda$ の場合にマイクロ波の放射効率がよくなる。これにより、上述のようなスロット7aの形状とすることにより、マイクロ波の放射効率を良好にすることができる。

## 【0039】

また好ましくは、このときの定在波分布の大きさに対応させてスロット7aの形状は変化され、電界振幅の大きいところではスロット7aの長辺の長さが短くされる。スロット7aの配置場所によりマイクロ波の放射量が異なる場合があるため、放射量が大きいスロット7aに対してはスロット開口部の長辺の長さを短くすることにより放射量を減らし、他のスロットの放射量と同じ大きさにして各スロット7aからの放射を均一にすることができる。

## 【0040】

このように設計することにより、スロットアンテナ板7はマイクロ波のスロットアンテナの役割をなし、マイクロ波を効率的にかつ各スロット7aから均一に放射するよう設計することができる。

## 【0041】

なお、上記においてスロット7aの数や形状は共振器の構造によって設計されるものである。つまり、上記のように各スロット7aで矩形の長さや幅を変えたり、スロット7a中心軸をスロット板の長手方向に対して傾けたりする構成でも、各スロット7aから均一にマイクロ波が放射される設計であれば、いかなる設計が採用されてもよい。

## 【0042】

次に、本実施の形態のプラズマプロセス装置をたとえばSiO<sub>2</sub>膜のドライエッチング装置として用いた場合の動作について説明する。

## 【0043】

図1を参照して、チャンバ内部13が予め真空排気手段を用いて真空状態に保持される。そして、CF<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>などのプロセスガスが図示しないマスフローコントローラにより所定の流量に制御されてガス供給管12から導入された後、複数のガス流路に分岐され、複数のガス導入孔6aからチャンバ内部13へ供給される。チャンバ内部13の圧力は、圧力調整機構により排気系のコンダクタンスを調整することで所定の圧力（たとえば、30Pa）に調整される。

## 【0044】

そして、マイクロ波を所定のパワー（たとえば2kW）で供給すると、導波管3、導入導波管3a、第1の誘電体4、第2の誘電体5を経てスロットアンテナ板7の開口部7aからマイクロ波がチャンバ内部13に放射される。被エッチング膜側壁のテーパ形状の制御など必要に応じて基板9にバイアス電圧を印加すると均一なプラズマが生成され、これにより基板8上の膜（たとえばSiO<sub>2</sub>膜）に対して均一なエッチングが行なわれる。

## 【0045】

また、プロセスガスの種類や混合比率を変更し、ガス圧を所定の圧力に設定し、マイクロ波のパワーを所定のパワーに設定することにより、他の絶縁膜やAl、Tiなどの金属膜などをエッチングすることもできる。

## 【0046】

本実施の形態においては、チャンバ蓋1、プロセスチャンバ本体2、支持部材

6およびスロット7に接地電位が印加され、基板9にバイアス電圧が印加されている。このバイアス電圧を調整することにより、チャンバ内部13に発生するプラズマ中のイオンの基板9に対する方向性を制御することができる。

【0047】

従来例で示したマイクロ波プラズマプロセス装置（特開2000-91097号公報）では、誘電体面の大半がプラズマ放電面に面している。このような場合、第2の誘電体は絶縁体であるため基板に対向する面の大半が浮動電位となる。

【0048】

これに対して本実施の形態では、支持部材6およびスロットアンテナ板7が導電体で構成されているため、この導電体の電位を接地電位にするなどして電位の制御が可能となる。このため、基板9にバイアス電圧を印加することによるイオンやラジカルの引込み効果を十分に発揮することができ、エッチングレートの向上およびエッチング形状の制御範囲を広げる効果が得られる。

【0049】

また本実施の形態では、スロットアンテナ板7は第2の誘電体5に接するように配置されている。このため、スロットアンテナ板7と第2の誘電体5との間に空気層がある場合よりも空間波長が短くなる（ $Al_2O_3$ 、 $AlN$ の場合、波長は $1/3$ 程度）。このため、スロット7aの間隔を短くすることができ、多数のスロット7aを形成できる。よって、マイクロ波の分布、すなわちプラズマの分布を均一にすることが可能になる。

【0050】

なお、導入導波管3a、第1の誘電体4、第2の誘電体5の形状は上記で示したものに限定されず、チャンバサイズ、チャンバ形状などに応じて最適な形状を決定することができる。この場合、スロットアンテナ板7のスロット7aの配置もそれに応じて設計される。

【0051】

（実施の形態2）

図6は、本発明の実施の形態2におけるプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図である。実施の形態1では、マイクロ波を透過するものとして第1

の誘電体と第2の誘電体とを用いた2段の誘電体構造としていたが、本実施の形態のプラズマプロセス装置は、図6に示すように第2の誘電体を省略するとともに第1の誘電体4の形状を短辺方向（図中左右方向）に広げた構成を有している。このため、スロットアンテナ板7は第1の誘電体4に接している。また支持部材6はスロットアンテナ板7のみを支持している。

#### 【0052】

なお、これ以外の構成については、上述した実施の形態1とほぼ同じであるため、同一の部材については同一の符号を付し、その説明は省略する。

#### 【0053】

本実施の形態におけるスロットアンテナ板7のスロット7aの設計方法は以下のとおりである。

#### 【0054】

マイクロ波導入口から導波管3、導入導波管3a、第1の誘電体4までのモデルが作成され、モデルの境界面での境界条件を完全導体として電磁波解析が行なわれる。そうすると、このモデルは共振器となるのでマイクロ波の定在波が生じる結果が得られる。この結果から、第2の誘電体5における定在波の腹の直下位置にスロットアンテナ板7のスロット7aが位置するよう設計される。

#### 【0055】

スロット7aの形状は、たとえば長方形で、大きさは長辺の長さが誘電体内の空間波長の半分（たとえば、比誘電率=10の誘電体を用い、周波数2.45GHzの場合、20mm程度）、短辺方向は長辺長さの半分以下の長さとなるように設計される。好ましくは、スロット7aの各寸法はこのときの定在波分布の大きさに対応させて変化させ、電界振幅の大きいところではスロット7aの長辺の長さは短くされる。このように設計することにより、スロットアンテナ板7はマイクロ波のスロットアンテナの役割をなし、マイクロ波を効率的に放射する役割を果たす。

#### 【0056】

本実施の形態では、実施の形態1と比較して第2の誘電体が省略されている。実施の形態1のように第1の誘電体と第2の誘電体とを2段構造とした場合、そ



これらの間に隙間が生じないように設計する必要がある。しかし、第1および第2の誘電体、チャンバ蓋1、支持部材6などの加工、組立、温度変化などによって、数百 $\mu\text{m}$ 程度の隙間が生じる場合もあった。本実施の形態では、第2の誘電体を省略したことにより、このような隙間が生じることはない。

【0057】

(実施の形態3)

図7は本発明の実施の形態3におけるプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図であり、図8は図7の矢印V-I-I-I方向から見た第1の誘電体とスロットアンテナ板との配置状態を示す図である。なお、図7の断面図は図8のV-I-I-V-I-I線に沿う概略断面図を示している。

【0058】

図7および図8を参照して、本実施の形態のプラズマプロセス装置は、スロットアンテナ板7にガス流路7b、7cが設けられた構成を有している。またスロットアンテナ板7は実施の形態1および2のような支持部材で支持されておらず、直接チャンバ蓋1にねじなどにより固定されている。

【0059】

なお、これ以外の構成については、上述した実施の形態2とほぼ同じであるため、同一の部材について同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0060】

本実施の形態においては、スロットアンテナ板7にガス流路を設けているため、実施の形態1および2のように支持部材にガス流路を設ける必要がない。支持部材にガス流路を設けた場合、第1の誘電体4の下にはガス流路を設けることができず、チャンバ内部13におけるガス流を最適化することは困難であった。

【0061】

しかし本実施の形態によれば、スロットアンテナ板7にガス流路7b、7cが設けられているため、第1の誘電体4の真下にもガス流路7b、7cを設けることができ、チャンバ内部13におけるガス流を最適化することが可能となる。また、スロットアンテナ板7にガス流路7b、7cを設けたことにより、実施の形態2における支持部材6は不要となる。

【0062】

このように本実施の形態の構成とすることにより、ガスの流れがエッチングに支配的なAl、Ti、TiN膜などのエッチングプロセスにおいて被処理物のエッチング分布を向上することができた。

【0063】

また、実施の形態1の構成においても、スロットアンテナ板7と支持部材6とが一体化された構成が採用されてもよい。

【0064】

なお、上記の実施の形態1～3で説明したプラズマプロセス装置を用いてAlなどの金属をエッチングするプロセスにおいては、スロットアンテナ板7をAlで構成した場合、それ自身がエッチングされるおそれがある。このようなプロセスに用いる場合は、スロットアンテナ板7の少なくともプラズマにさらされる面に $Al_2O_3$ の被覆処理を施すことが望ましい。また、チャンバ内壁面にも $Al_2O_3$ の被覆処理を施すことが好ましい。

【0065】

また上記の被覆処理にて被覆する材料は $Al_2O_3$ に限るものではなく、プラズマで侵されない材料であればいかなる材質が用いられてもよい。

【0066】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0067】

【発明の効果】

以上説明したように本発明のプラズマプロセス装置によれば、誘電体の処理室側に配置されるスロットアンテナ板は導電体よりなるため、スロットアンテナ板の電位の調整が容易である。このため、スロットアンテナ板の電位を調整することにより、プラズマ中のイオンなどの処理基板に対する方向性を制御することができる（バイアス効果）。たとえば、スロットアンテナ板の接地電位を、処理基

板にバイアス電圧をそれぞれ印加することにより、プラズマ中のイオンなどを基板表面全面に対して略垂直に入射させることが可能となり、被処理物に対してプラズマ処理を面内にわたって均一に行なうことができる。

【 0 0 6 8 】

また、スロットアンテナ板を誘電体に接触させた場合、スロットアンテナ板と誘電体との間に空気層がある場合よりもマイクロ波の空間波長を短くすることができる。これにより、スロットアンテナ板の開口部の間隔を短くすることができ、多数の開口部を形成することが可能となる。このため、開口部を通じて処理室内に放射されたマイクロ波の分布が均一となり、処理室内のプラズマ分布を均一にすることが可能となる。

【 0 0 6 9 】

また、開口部を複数個設けて、その各開口部の位置をマイクロ波の定在波に対して適切な位置、寸法などに設定することにより、マイクロ波を処理室内に効率的かつ均一に放射することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 におけるプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図 2】 図 1 の I I - I I 線に沿う概略断面図である。

【図 3】 図 1 の矢印 I I I 方向から見た第 2 の誘電体とスロットアンテナ板と支持部材との配置状態を示す図である。

【図 4】 スロットアンテナ板に正の電位を印加する場合の構成を示す概略断面図である。

【図 5】 誘電体内に生じる定在波の様子を説明するための図である。

【図 6】 本発明の実施の形態 2 におけるプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 3 におけるプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図 8】 図 7 の矢印 V I I I 方向から見たスロットアンテナ板と第 1 の誘電体との配置状態を示す図である。

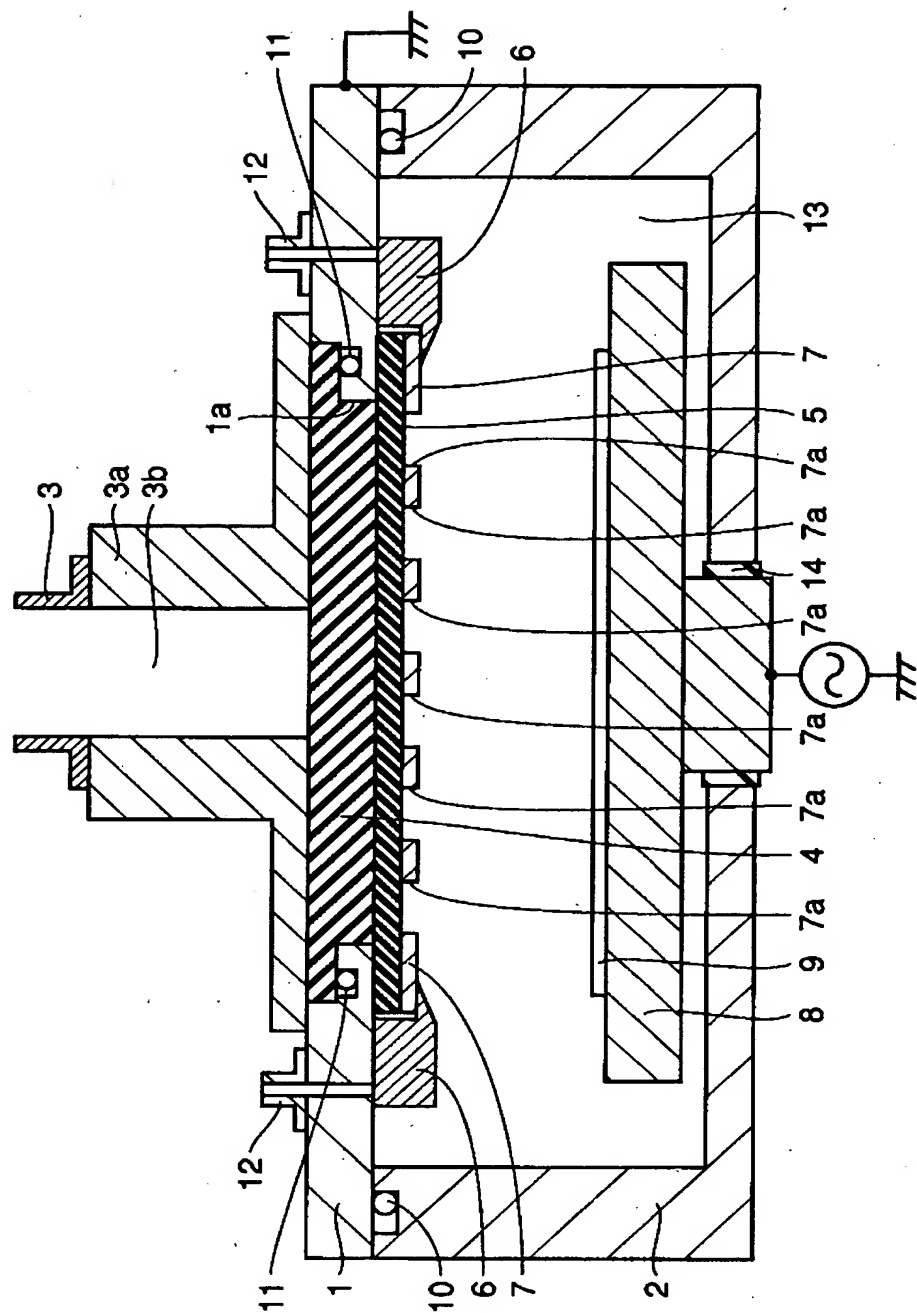
【図 9】 従来のプラズマプロセス装置の構成を概略的に示す断面図である

【符号の説明】

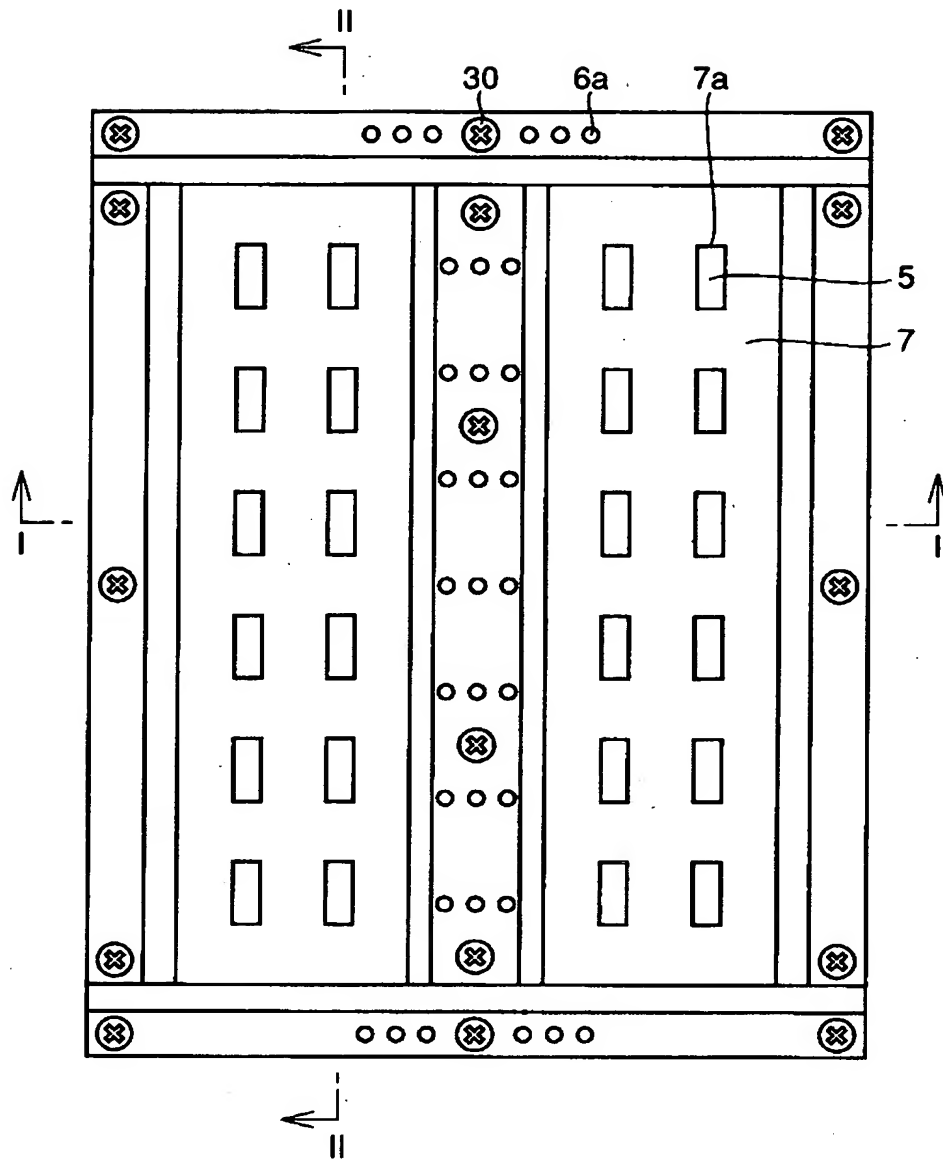
1 チャンバ蓋、2 プロセスチャンバ本体、3 導波管、3 a 導入導波管、3 b 開口部、4 第 1 の誘電体、5 第 2 の誘電体、6 支持部材、6 a ガス導入孔、6 b 溝、7 スロットアンテナ板、7 a スロット、8 基板ホルダ、1 2 ガス供給管、1 4 絶縁体。



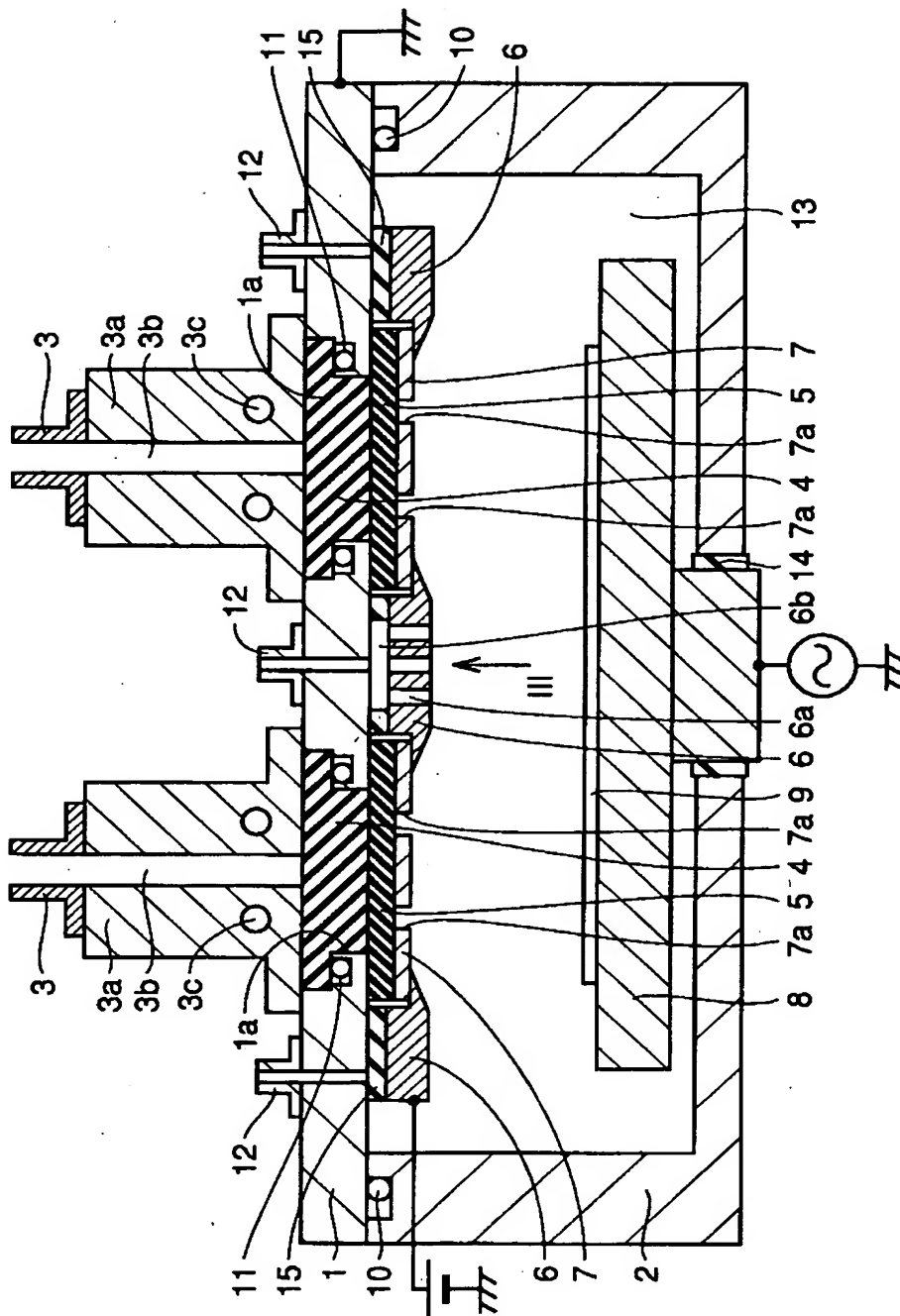
【図 2】



【図 3】

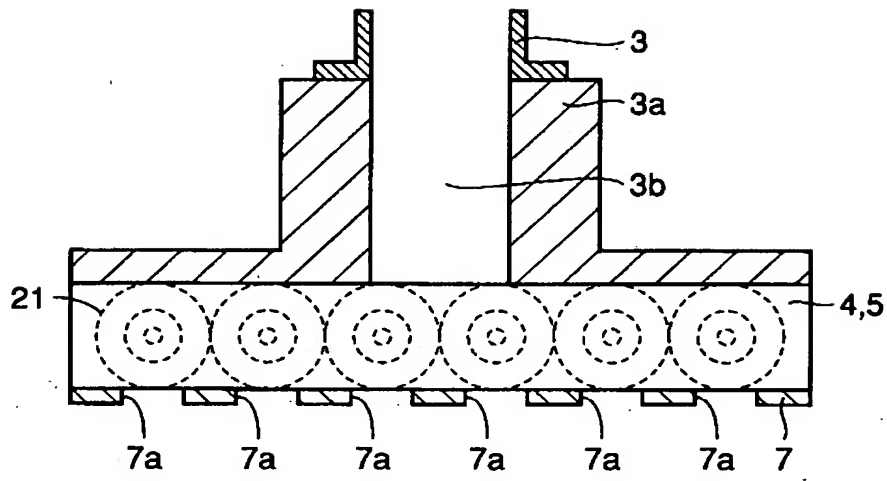


【圖 4】

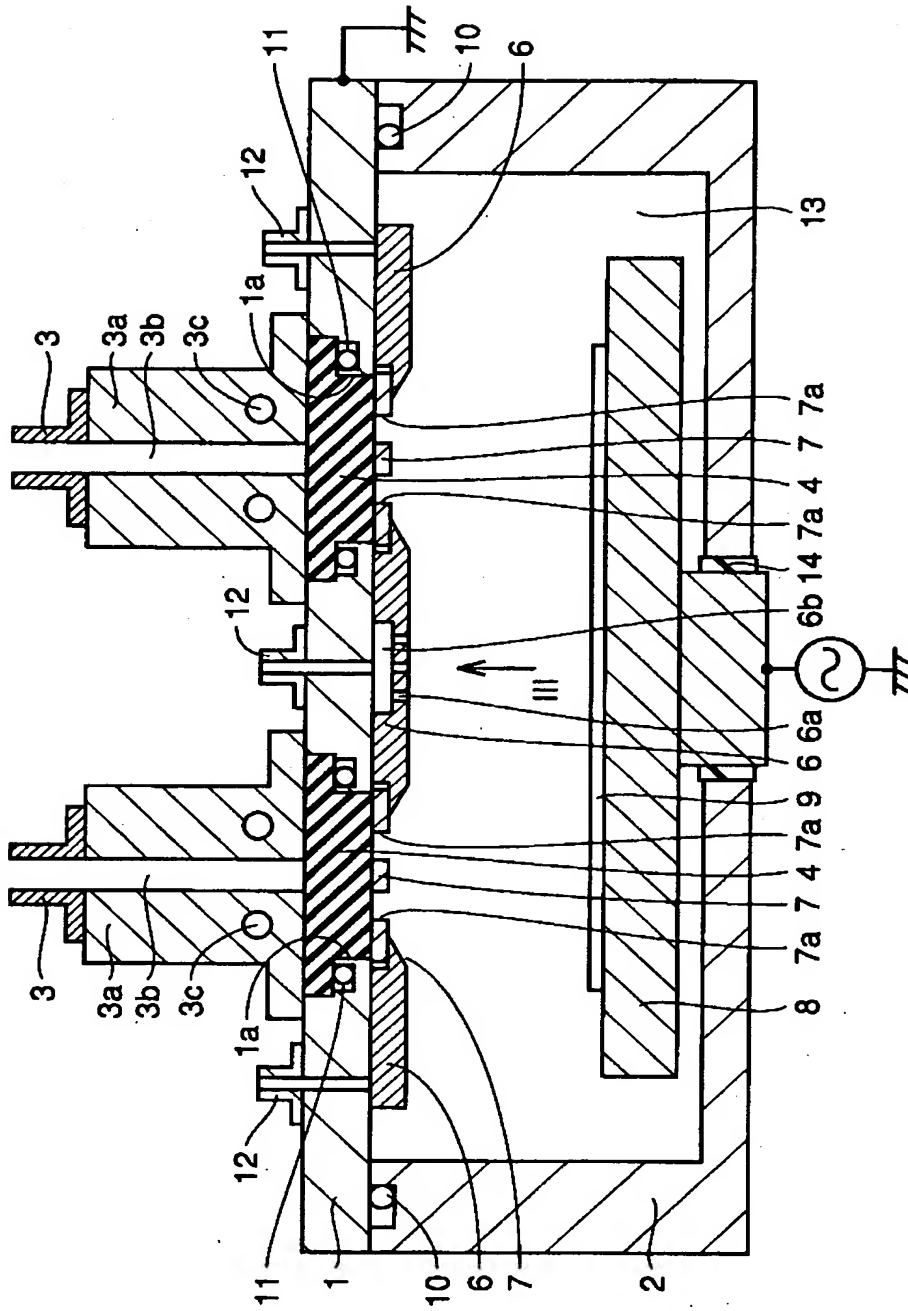




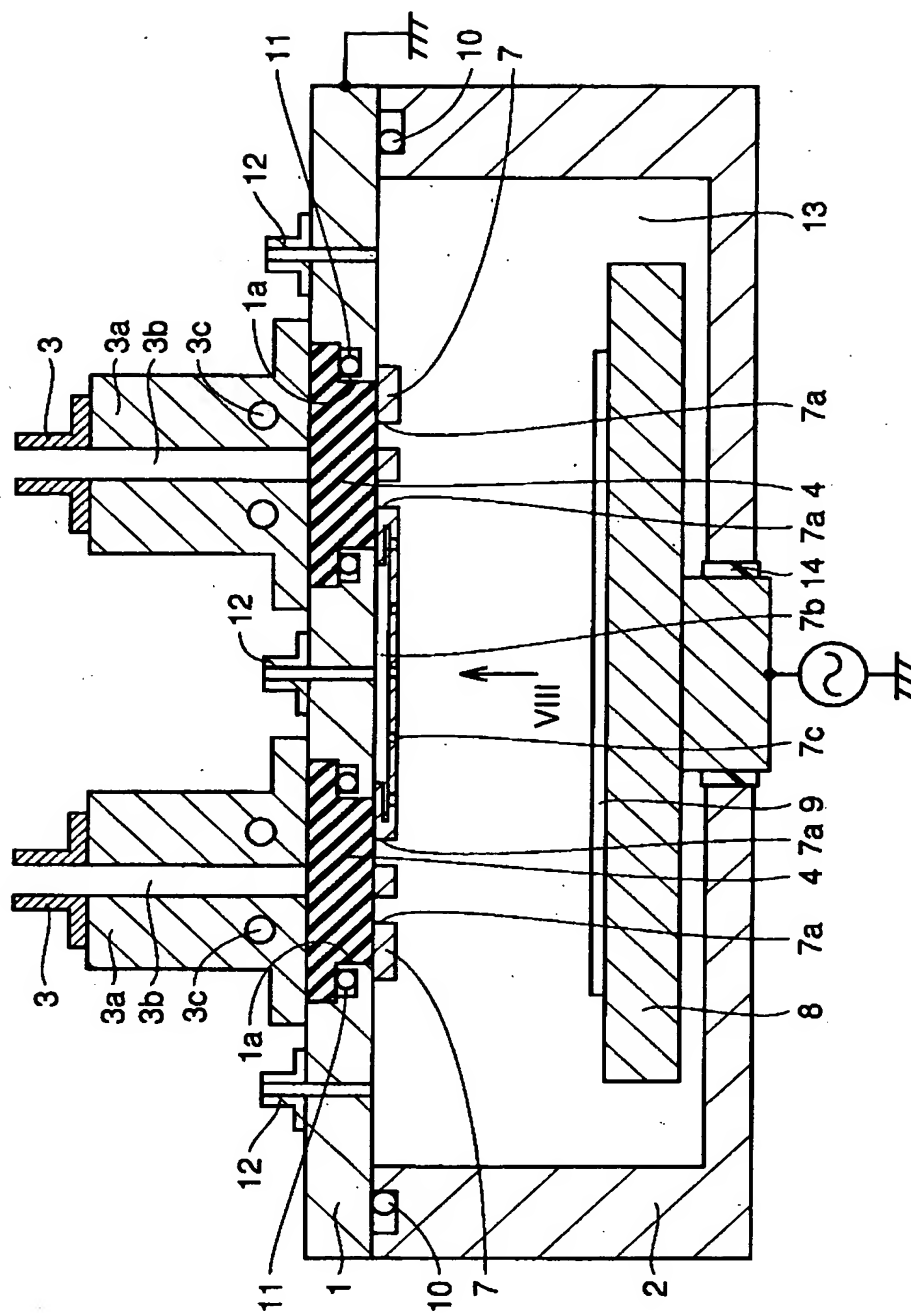
【図 5】



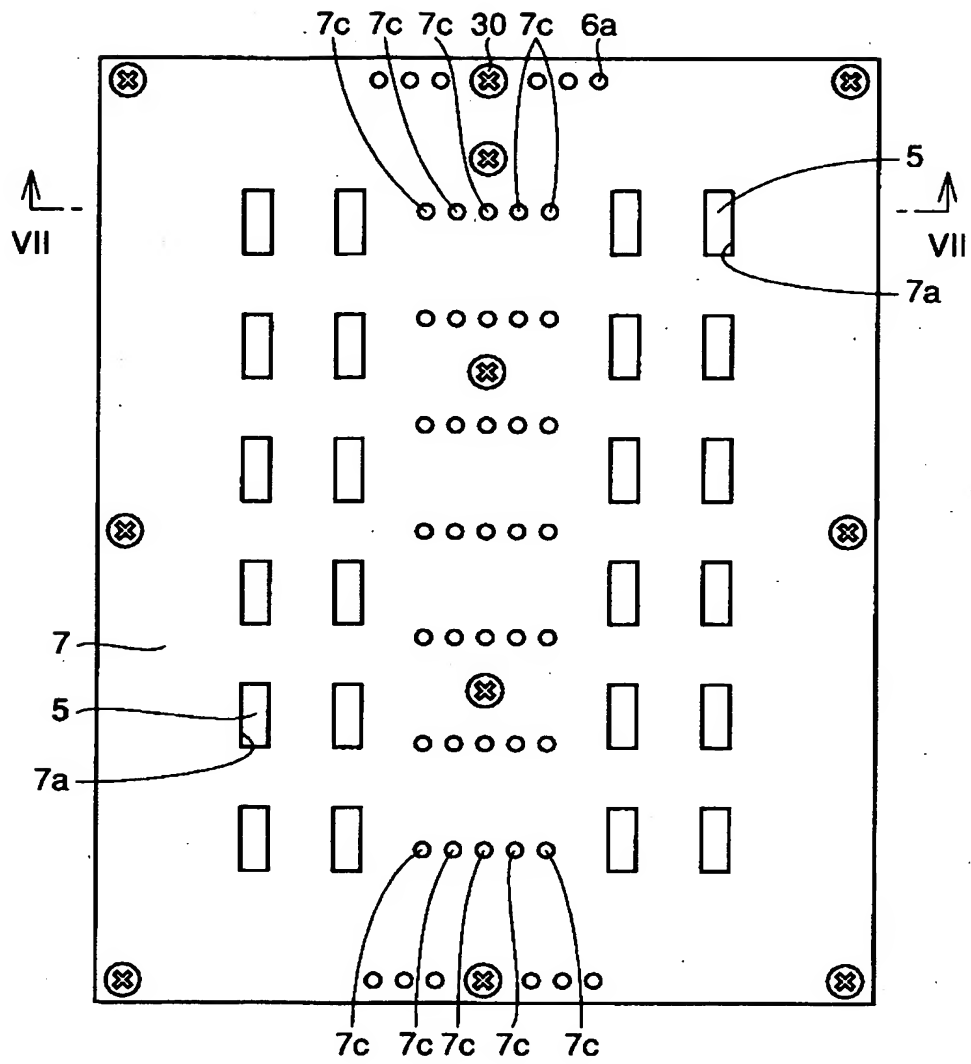
【図 6】



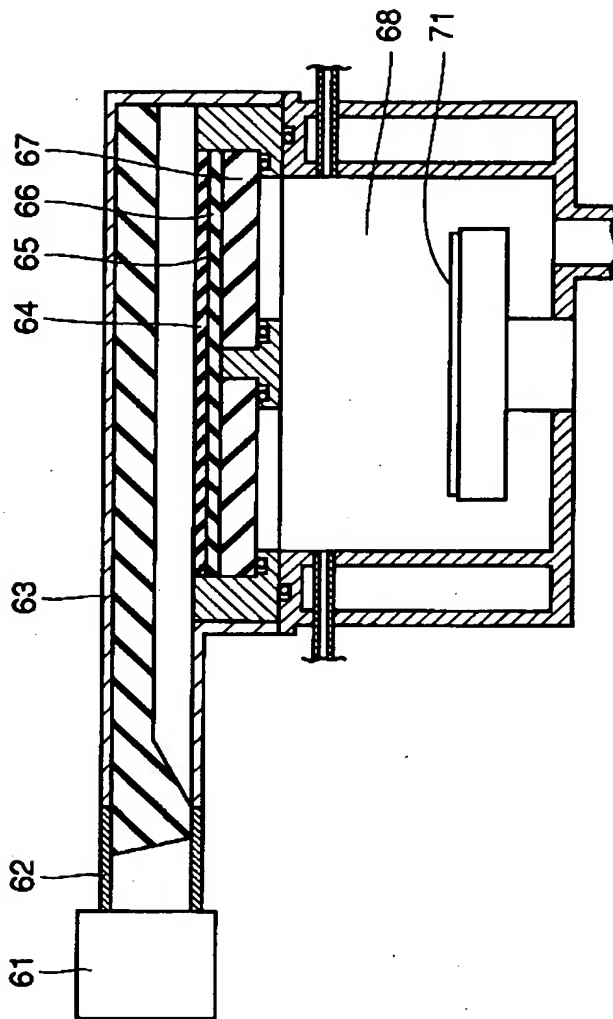
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マイクロ波によるプラズマ励起において、被処理物に対するイオン照射エネルギーの調整が容易で、被処理物に対するプラズマ処理が面内にわたって均一なプラズマプロセス装置を提供する。

【解決手段】 チャンバ内部 1 3 内にマイクロ波を照射するための第 2 の誘電体 5 のチャンバ内部 1 3 側にはスロットアンテナ板 7 が配置されている。スロットアンテナ板 7 は導電体よりなり、かつマイクロ波をチャンバ内部 1 3 に通すためのスロット 7 a を有している。

【選択図】 図 1

特 2000-368508

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-368508
受付番号	50001560074
書類名	特許願
担当官	松野 邦昭 2209
作成日	平成12年12月 6日

### <認定情報・付加情報>

#### 【特許出願人】

【識別番号】	000005049
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
【氏名又は名称】	シャープ株式会社

#### 【特許出願人】

【識別番号】	000205041
【住所又は居所】	宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301
【氏名又は名称】	大見 忠弘

#### 【代理人】

【識別番号】	100064746
【住所又は居所】	大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号 住友 銀行南森町ビル 深見特許事務所
【氏名又は名称】	深見 久郎

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
氏 名 シャープ株式会社



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000205041]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

氏 名 大見 忠弘